

## THIN FILM MAGNETIC HEAD

Patent Number: JP61117714  
Publication date: 1986-06-05  
Inventor(s): OTSUBO AKIO; others: 01  
Applicant(s): AKIO OTSUBO  
Requested Patent: JP61117714  
Application Number: JP19840238834 19841112  
Priority Number(s):  
IPC Classification: G11B5/31  
EC Classification:  
Equivalents:

---

### Abstract

---

**PURPOSE:** To improve both performances of resolving power and recording and reproducing efficiency by providing a magnetical structural region where the magnetic permeability decreases gradually toward the side face of a thin film head core having a rectangular section and is nearly zero on the side face to said core.

**CONSTITUTION:** A thin layer consisting of a Co-Zr amorphous film is formed on a smooth ceramic substrate and the magnetical structural region where the magnetic permeability thereof decreases gradually toward one side face of the core and is nearly zero on the side face is formed thereto. Such region is formed by a method consisting in specifying Zr at 33% so as to contain Bs at a zero ratio at the point near the substrate and decreasing successively the ratio of Zr. In general, the performance is higher as the head is thicker in terms of the recording and reproducing efficiency but both performances of the resolving power and recording and reproducing efficiency are improved by using the rectangular thin film head core as described above, providing the prescribed magnetism deterioration region thereto and providing the characteristic of the high edge sensitivity on one side.

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - I2

## ⑫ 公開特許公報(A)

昭61-117714

⑪ Int.Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 昭和61年(1986)6月5日

G 11 B 5/31

7426-5D

審査請求 未請求 発明の数 1 (全5頁)

⑭ 発明の名称 薄膜磁気ヘッド

⑮ 特 願 昭59-238834

⑯ 出 願 昭59(1984)11月12日

⑰ 発 明 者	大 坪	秋 雄	仙台市八木山彌生町1番26号
⑱ 発 明 者	佐 藤	雄 二	米沢市遠山町2282番8号
⑲ 出 願 人	大 坪	秋 雄	仙台市八木山彌生町1番26号

## 明 細 書

1. 発明の名称 薄膜磁気ヘッド

## 2. 特許請求の範囲

媒体走出側の側面と走入側の側面が互に平行な軟磁性薄膜コアにおいて、その側面に平行な仮想ヘッドと媒体相互作用を考慮に入れた実効的薄層板のコア磁化方向の透磁率或は平均透磁率が、コアの一方の側面に向って徐々に減少しその側面で零に近づくような磁氣的構造の領域が存在することを、特徴とする録再兼用の電磁誘導型薄膜磁気ヘッド。

## 3. 発明の詳細な説明

本発明は、薄膜コアの片側エッジのみが高感度の磁気構造を有する録再兼用磁気ヘッドに関する。

従来の矩形断面の垂直磁気記録用単磁極ヘッドの主磁極の厚みに関して、再生分解能の点では薄い方がよく、記録再生効率の点では或程度迄は、厚い方がよいという矛盾した関係があった。この

矛盾を解決するため、本発明者は先に台形柱状コア構造の厚い非平行単磁極ヘッドを考案した。

(特開昭57-133510:特開昭58-19715:

IEEE, Mag-18, P-1173, 1982:)

この台形柱コア(およびその一つの極限としての三角柱コア)と通常の矩形柱(平行)コアのヘッド(第1図a)に対して、単一磁化反転の媒体(磁化回転数 $\omega = \omega_c (= vt)$ と同じ)が通過した時の再生電圧対時間 $t$ の関係が(第1図b)、正弦波に対する波長特性と共に計算によって求められている。(Dirk Quak, IEEE, Mag-20, P-542, 1984)それによれば、平行柱コアに較べて他の二つの非平行柱コアでは、片側エッジ(トレーリングエッジ)のみが急激な再生電圧変化を示しており、片側エッジ高感度の特性を有していると言える。

その結果、両エッジが等感度の普通の矩形柱ヘッドの波長特性にあらわれる $T_m \sim n\lambda$ ( $T_m$ :主磁極厚,  $n$ :整数,  $\lambda$ :波長)の再生出力零或は最少が、この片側高感度コアの非平行ヘッドではその凹みが浅くなり、特に短波長では消失する

ことも示されている。この効果は三角柱コアで特に著しい。即ちこの先行発明により、再生分解能を犠牲にすることなく、平均主磁極厚  $T_m$  を厚くして録再効率を上げることができるのである。

さて磁気記録が高密度化、高速化し、かつ非常に透磁率の高いアモルファススパッタ膜等が出現してくると、ヘッド材としてはブロックコアより薄膜コアが有利になってくる。しかし薄膜コアにおいて上述の非平行構造をつくることは比較的困難であり、集積回路技術的な精密量産において特にそうである。

本発明の目的は、矩形断面の薄膜ヘッドコアにおいて、上述の非平行形状断面コアと同じ片側エッジ高感度の特性をもたせることの出来る磁氣的構造を提供することである。

そのための構成を考案するヒントを得るために、第1図aの(2)の直角台形柱コアが第1図bの(2)の特性をもつ理由を、より一般化して考えてみよう。今そのトレーリングエッジ方向を  $z$ 、媒体面内の  $z$  と直交する方向を  $x$ 、(ホーム VTR 的ア

ジマス記録でない時は、 $x$  は媒体進行方向と一致)  $z$  と  $x$  に直交する方向を  $y$  とする。このコアの媒体と対向する面は第2図aのように、その巾  $w(x)$  がリーディングエッジ付近で0から最大巾  $W$ 迄、 $x$  方向距離  $l_d$  の間で直線的に変化している。このコアを  $y-z$  面内の  $\Delta x$  の厚みの仮想的薄層板の積層体と考えると、その薄層板の  $y$  方向(コア磁化方向)のパーミアンス  $\Delta P(x, \Delta x)$  は、 $\Delta P \propto w(x) \Delta x \mu(x)$  として第2図bに示すよう  $x$  方向に変化している。但しこの場合、平均透磁率  $\mu(x, \Delta x)$  は場所によらず一定である。この  $\Delta P \sim x$  の関係が第1図bの(2)(3)の片側高感度特性の原因である。

この第2図bの関係を  $w(x)$  が一定の矩形柱コア(第2図c)で実現するには、 $\mu(x)$  を

$$d\mu(x)/dx = dw(x)/dx \quad \text{となるように} \quad x$$

方向で変化させればよいことになる。(第2図d)但し形の違う第2図aとcが同じ出力特性〔第1図bの(2)〕を持ちうるのは、ヘッド媒体スペーシングと垂直記録層厚みが共に小で、かつコアと

二層媒体の高透磁率層がともに線形の磁化曲線範囲にある場合に限られる。しかし厳密にこの関係が成立しなくても動作上差支えない。このコア(図2b, c, d)上に、同一垂直方向に一樣な残留磁化が記録されている媒体の領域が接した時、各薄層板の磁束  $\Delta \psi(x, \Delta x)$  の現われ方を第3図に示した。これはまた相反定理的に言えば、記録時のコアの磁束分布あるいは記録磁界分布をきめる表面磁荷分布、を示しているとも言える。

具体的な各実施例に入る前に、一般的説明を先ずしておこう。

i)  $\mu_e \sim x$  分布のつくり方: 平均透磁率  $\mu_e$  は磁性体固有の  $\mu$  の他に、ヘッド媒体相互作用をふくめた磁化状態に大きく左右される。垂直記録では垂直記録(recording)層の飽和磁束密度を  $B_{s,r}$ 、それと接するヘッドの場所  $x$  でのそれを  $B_{s,h}(x)$  とすると、 $B_{s,r} > B_{s,h}(x)$  の時は、飽和記録された垂直記録層の  $B_{s,r}$  (材料自体の、角形比1として)をヘッドが吸い込みきれず、そのため記録層表面に現れる面磁荷による反磁場のため、記録

層表面は減磁状態となる。このことは場所  $x$  でヘッドに入る磁束が減ることなので、 $\mu_e(x)$  の減少と言いかえることができる。

従ってリーディングエッジの磁性劣化(degradation)領域  $l_d$  での  $\mu_e \sim x$  分布をつくるには、 $B_{s,h}$  値を  $B_{s,r}$  値からゼロ迄変化させれば、ことによりほぼ目的を達することができる

$B_{s,h}(x)$  を変化させるには、デポジット過程で磁性合金組成を変化させながら薄膜コアをつくればよい。或は合金組成を  $B_{s,r}$  値のものに決めておき、その磁性薄膜と非磁性薄膜を交互にデポジットさせ、かつ各層の厚みの比を、平均  $B_{s,h}(x)$  で  $B_{s,r} \sim 0$  迄変化するように、変えながら積層コアをつくり平均  $\mu_e(x)$  分布をつくってもよい。但しこの磁性、非磁性交互層が最短磁化反転巾中に数組は入るような高密度積層とする。

ii) ヘッドコアのタイプ: ヘッドコアは目的に応じて第4図の4種類の  $\mu_e \sim x$  分布(或は  $\mu_e \sim x$  分布)をもつものに分類される。(a)は第2図(d)に相当するもので、低感度エッジサ

イドとなる  $l_d$  領域と、専ら磁束伝達 (conduction) を受持つ領域  $l_c$  とからなる。(b) は  $l_d$  のみからなり、それが伝達も兼ねるので、非平行形状コアの三角形柱に対応する。集積回路的薄膜ヘッドのように、コア先端とコイル部間が短い場合に適している。ワイヤーコイルを巻く場合は、この距離が長くなるので (a) が適している。(c) と (d) は、トレーリングエッジ側をより高感度にするため、(a) と (b) のそれぞれに対して、より高い  $B_s$  と  $\mu$  の薄層からなるエッジ (edge) ピーク領域  $l_e$  を設けたものである。

$l_d$  層の必要厚みは使用波長域でさまじり、アナログ FM 記録ではほぼ最長波長以上、デジタル記録例えば MFM (磁化反転間隔:  $L, 1.5L, 2L$ ) では  $L$  の数倍以上である。それらより更に厚くすると、多くの正負の媒体記録磁化領域 (磁化セル) が  $l_d$  の間を同時に移動するので、 $l_d$  附近での誘導電圧は正負の打消効果が加ってより低くなり (リーディングエッジのより低感度化)、波長特性がより平坦化する。

の再生時にも、正負の記録残留磁化の反転境界に対応してコアに磁壁的なものを発生しなくともよいので  $\mu$  が実効的に向上する。次に、高周波用の薄膜コアでは異方性をコア磁化方向に対し垂直方向につけるが、この構造を取入れて単層膜を偶数枚の積層構造にすると、薄層両側での  $90^\circ$  磁区がなくなり、高周波  $\mu$  と磁区ノイズに関係する  $S/N$  との向上がはかれる。[IEEE, Mag-7, p-146, 1971] その向上による効果は特に  $l_e$  部で著しい。

遮断層は非磁性の金属或はセラミックスの数十オングストロームのデポジット層であり、磁性層は 1000 ～ 数 1000 オングストロームのデポジット層で、両者を交互に積層してコアを形成する。

第 1 実施例：集積回路技術利用のウインチェスター型薄膜単磁極ヘッドに、この発明の磁気コアを取入れたもので、あとでスライダとなる基板へのコア薄膜、コイル等のデポジットやパターン形成、切断、仕上げ等は IBM 3370 型ヘッドにならい、それをリングヘッドでなく単磁極ヘッ

$l_c$  層厚みは、ワイヤーコイルを巻く場合と、しゅう動摩擦の多い VTR, フロッピーディスク等の場合には、先端コイル間の長い距離に対する必要パーミアンスから厚目となる。その計算には下記論文を利用できる。(IEEE, Mag-18, p-1170, 1982)

$l_e$  層厚みは、分解能の条件からは最少磁化反転間隔の 2 倍、望ましくは 1 倍より薄く、録再効率に関係する磁束吸込条件からは、 $l_e \times B_s (l_e \text{ 部}) < [\text{高透磁率層厚み}] \times B_s (\text{高透磁率層}) \times 2$  の厚みとなるが、普通は前者の条件が自動的に後者を満たしている。

iii) 交換相互作用遮断多層構造：この構造を取入れると、以下の二理由で上述の  $l_d, l_c$  及び  $l_e$  各層の機能をより高めることができる。先ず  $l_d$  層内および  $l_d$  と  $l_c$  間では  $\mu(x) \sim x$  分布および  $\mu(x)$  の段差が保たれることが必要であるが、高い  $\mu(x)$  部の磁性が低い  $\mu(x)$  部の磁性に交換相互作用で引下げられるのを、この構造で軽減することができる。また高密度パターン

D 型に変えた部分については、先行文献 (IEEE, Mag-18, p-1164, 1982) にならうので、それらの部分の製造法は省略する。第 5 図のスライダ後端のヘッド部側面図において、本発明にかゝる主磁極部 ( $l_e$  部と  $l_d$  部) の磁気構造と製造法についてのみ述べる。

平滑なセラミック ( $Al_2O_3-TiC$ ) 基板上にスパッタリング法で  $Co-Zr$  アモルファス膜の  $l_d$  層を形成する。二元スパッタリングで、第 4 図 (d) のタイプとして合金組成を変えていくが、最も基礎に近い所では  $B_s \sim 0$  となるよう  $Zr$  を 33 at.% とし、順次  $Zr$  の割合を減少させて、丁度  $l_d$  の厚みの所で  $B_s(CoZr) \sim B_s(CoCr \text{ 垂直記録層})$  となる組成とする。組合せる二層媒体を  $Co_{85}Cr_{15}$  ( $B_s \sim 10K \text{ gauss}$ , 0.2 ミクロン厚) と 45 パーマロイ ( $B_s \sim 15K \text{ gauss}$ , 0.5 ミクロン厚) とすると、 $l_d$  端の組成は  $Co_{85}Zr_{15}$  となる。 $\mu \sim 3500$ ,  $l_e$  層は  $Co_{90}Zr_{10}$  組成 ( $B_s \sim 14K \text{ gauss}$ ) とする。 $l_e$  層は全厚 0.3 ミクロンでその真中に非磁性層として  $Ti$  或は  $SiO_2$  を 50 ～ 100 オングス

トロームはさんだ二層膜とする。1d層は全厚6ミクロンで、磁性層0.2ミクロンと上記非磁性層を交互にはさんだ多層膜とする。この主磁極膜の外側は大事なトレーリングエッジとなるので、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  或は  $\text{SiO}_2$  の保護膜約10ミクロン厚を付ける。以上すべての成膜をスパッタ法で行う。主磁極膜の磁性向上のため回転磁場中アニール(480 oe 中, 250°C, 3時間), および弱い異方性(コア磁化方向と垂直に容易軸方向)をつけるための直流磁界中アニールを行う。薄膜ヘッド用の  $\text{Co-Zr}$  膜作製の詳細は下記文献に詳しい。(電子通信学会研究会資料, MR-83-28)

トップヨークは10ミクロン厚のパーマロイ膜( $B_s$  10K gauss), スパイラルコイル16ターン, 主磁極トラック巾30ミクロンとする。

場合によっては1d層内の多層膜化の省略, 或は各磁性薄膜をもっと厚くすることもある。

第2実施例: 工程の複雑な集積回路的方法を使わないウインチェスター型単磁極ヘッドである。第4図(c)のタイプの主磁極コアを, セラミック

ロンと薄くした。この先行技術では記録だけだったものが, 高分解能高効率の録再が可能となっている。全体の構造とサイズは, 現行のホームVTRのヘッドチップとほぼ同様である。但しフェライト厚み  $T_s \sim 240$ ,  $D \sim 240$ , トラック巾 $\sim 20$ (単位ミクロン), ワイヤコイル $\sim 15$ ターンとする。

第4実施例: 薄膜リングヘッドを垂直二層媒体と組合せて用いると出力は大きい, 出力の極小が  $\pi\lambda \approx g$  ( $g$  はギャップ長) のみならず, ボール長の  $P$  および  $P+g$  の所にも現れ, 分解能が低下する。(IEEE, Mag-19, p-1661, 1983) この発明の片側エッジ高感度コアを用いれば, 極小はほぼ  $g$  の所のみしか現れず(高分解能), しかも  $P$  を厚く, パーミアンズ大にできるので, コア先端飽和もなく効率も高い。

第8図は薄膜リングヘッド先端の側面図で, 第1実施例の薄膜コアの高感度エッジ(1e層)がギャップ両側にくるようにする。その一般的製造法は周知なので省略する。 $\text{Co-Zr}$  薄膜ヘッドの

基板上に1e層, 1c層, 1d層の順につける。

$\text{Co}_{85}\text{Zr}_{15}$  の1c層(厚さ10ミクロン)が加わったこと以外は第1実施例と同様である。切断し, ワイヤコイルを巻き, スライダー後端に接着する。なお主磁極トラック巾と全巾等は, 基板上で予めエッチング形成しておき, 切断時に磁性層に直接刃がかゝらぬようにする。スライダー後端部附近の側面図を第6図に示す。

なお厚い磁性膜では加工歪が残りやすいので, 特に大事な1e部を磁歪ゼロの  $\text{Co}_{93}\text{Zr}_6\text{Au}_1$  ( $B_s \sim 15\text{K gauss}$ ) 膜に代えるとヘッド性能は更に向上する。

第3実施例: VTRやフロッピーディスクでは, しゅう動摩擦に備えてデプスの距離  $D$  が更に大となるが, フェライトサイドコアを用いて, 主磁極膜厚をあまり厚くせずに特にコイル部のパーミアンスをかせる。第7図は先行技術の単磁極ヘッド(日本応用磁気学会誌, 6 p-115, 1982)の従来の主磁極膜を第2実施例の薄膜に置き換えたものである。但し1c層( $\text{Co}_{85}\text{Zr}_{15}$ )は3ミク

文献(電子通信学会研究資料, MR 83-28)を参照されたい。

なお波長特長がもっとも平坦となるのは, 理論的には第4図(b)のタイプである。

以上述べたように, この発明は高密度記録, 高速転送をめざして, 垂直二層媒体と組合せる薄膜ヘッドにおいて, 精密量産の可能な(平行エッジ)矩形柱薄膜コアを用いながら, 磁性劣化領域を設けることにより, 高分解能と高効率の両性能を矛盾なく実現したものである。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図: 単磁極ヘッドコア柱上端面形状と感度関数, 第2図: (a) 台形柱コア上端面, (b) その中での仮想的薄層板のパーミアンス分布, (c) 矩形柱コア上端面, (d) 同じ片側エッジ高感度性をもつための, その中での  $\mu_z(x) \sim x$  分布, 第3図:  $\mu_z(x) \sim x$  分布のある矩形柱コアの動作説明斜視図, 第4図: 4種類のコアの感度関数, 第5図: ウインチェスター型薄膜単磁極ヘッド, 第

6図：ワイヤコイルを巻く方式の同上ヘッド，

第7図：VTR用単磁極ヘッド， 第8図：薄膜  
リングヘッド，

1・・・薄膜コア，2・・・コイル，3・・・磁性薄層  
4・・・交換作用遮断層，5・・・保護層，6・・・上部  
ヨーク，7・・・スライダ，8・・・接着層，9・・・  
フェライトサイドコア，10・・・垂直二層媒体。  
11・・・非磁性セラミックブロック，

特許出願人 大坪 秋雄

図 1

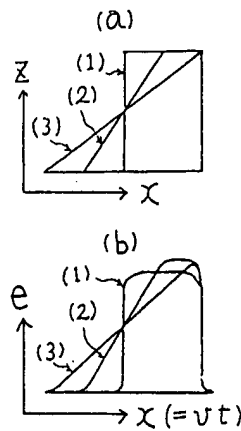


図 2

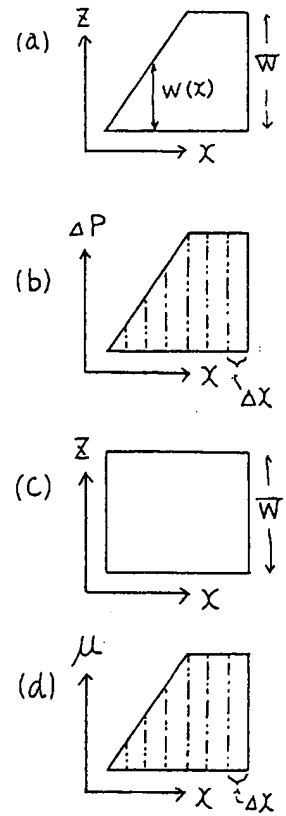


図 3

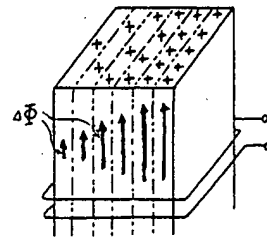


図 4

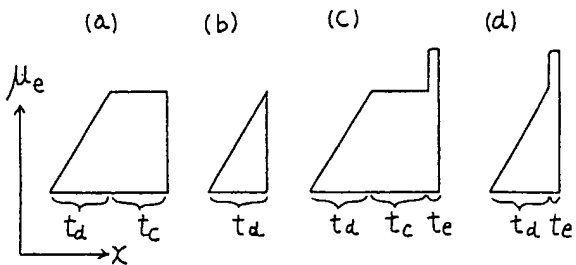


図 5

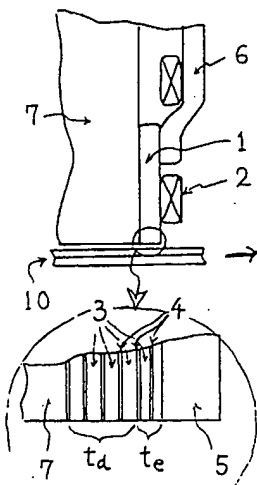


図 6

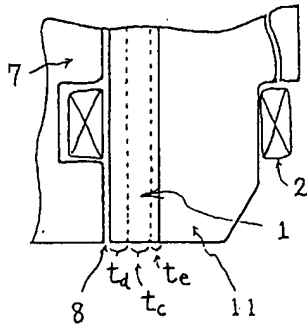


図 7

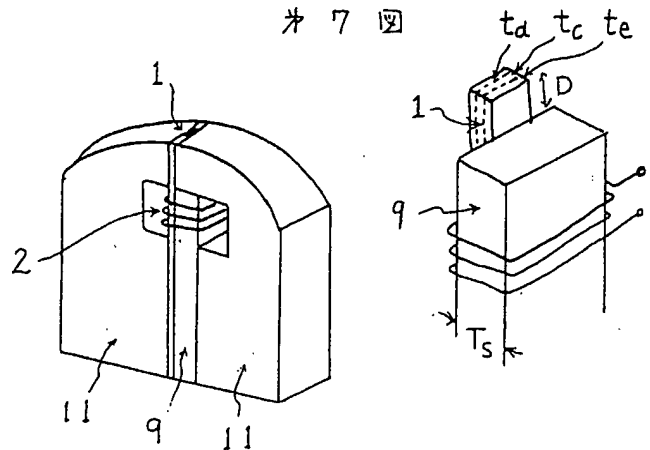


図 8

